
× FISILOGIA

BREVES OBSERVACIONES SOBRE EL CALORICO ANIMAL

PARA SU GENUINA APRECIACION FISIOLÓGICA Y SU RECTA INTERPRETACION
EN PATOLOGIA

CONFERENCIA PRESENTADA
Á LA CORPORACIÓN "ESTUDIOS DE MEDICINA"
POR EL SOCIO HONORARIO, SR. DR. DN.

× EZEQUIEL CEVALLOS ZAMBRANO

Profesor de Fisiología en la Universidad Central

ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

I

El presente trabajo no va encaminado á refutar ni sostener teoría alguna que se haya emitido acerca del *calor animal*; solo lleva por objeto exponer ligeramente varios asuntos relativos á la materia, para que se juzgue y aprecie debidamente el valor real de la doctrina de cada una de las teorías que se han esforzado en explicarlo.

Prescindimos de la frase *calor animal* y empleamos la de *calórico orgánico ó vital*; porque siendo el calórico—en el asunto que nos ocupa—como *fuerza*, una ma-

nifestación universal de todos los seres vivos de ambos reinos, animal y vegetal, mejor dicho de toda materia organizada; y constituyéndose á la vez en condición física, esencial y elemental de la vida, de la existencia de los seres pertenece de hecho al dominio de la Biología general.

Principiaremos por hacer alguna memoria del calórico como fuerza física de la naturaleza, para de su conocimiento partir al estudio del *calórico orgánico ó vital*. Pues toda teoría para formularse debe ser precedida de alguna exposición de los conocimientos suministrados por las ciencias auxiliares y de los adquiridos mediante la observación y la experiencia. Después de satisfacer estas premisas solamente, podemos apelar á las hipótesis ó á las conjeturas más ó menos racionales.

La acción del calórico se manifiesta en nosotros por una sensación particular que llamamos *calor* para diferenciarla del principio mismo. Pero además de esta acción de carácter vital, en los cuerpos no organizados produce otro cambio consistente en una dilatación ó en una contracción según que haya aumento ó sustracción de calórico y que ninguna relación tiene con la primera. La fuerza calorífica se mide solo por los fenómenos de dilatación.

Leyes del calórico:—1.^a El calórico en todos los cuerpos tiende al equilibrio; mejor dicho tiene lugar un cambio continuo entre todos los cuerpos calientes puestos en contacto ó á la distancia, hasta que todos estén á igual temperatura. Este cambio se verifica por la conductibilidad en los cuerpos que están en contacto, y por la irradiación en los que se hallan á distancia (Calórico estático y calórico radiante).

Pero dos cuerpos que marcan la misma temperatura encierran con frecuencia, diferentes cantidades de calórico, de aquí una segunda ley.

2.^a *Las cantidades de calórico necesarias, para elevar pesos iguales de diversos cuerpos á la misma temperatura no son iguales.* Así la cantidad de calórico que eleva á un grado un kilogramo de agua eleva á 9^o un

kilogramo de hierro. Y si ponemos en contacto dos masas iguales, una de agua á 10° con otra de hierro á 0° , veremos luego que ambas se encuentran á 9° ; luego le ha bastado al agua perder un grado para calentar al hierro á 9° . Las cantidades relativas de calórico necesarias para elevar dos cuerpos del mismo peso á igual temperatura se han llamado *calores específicos* y se dice que sus cuerpos tienen diferente capacidad para el calórico. Para esto se ha convenido en elegir el agua y optar por unidad de medida la cantidad de calórico necesaria para elevar de 0 á 1° un kilogramo de agua destilada. Esta unidad determinada se llama *caloría*.

3.^a El estado físico de los cuerpos, sólido, líquido ó gaseoso, depende de la cantidad de calórico que encierra, y todos los cuerpos pueden pasar por estos tres estados si se les proporciona el calórico necesario. Por lo general á estos tres estados corresponden volúmenes diferentes y diferente movilidad de sus moléculas.

4.^a En todo cambio de estado de un cuerpo cierta cantidad de calórico se convierte como se dice en calórico latente, si el cuerpo pasa de un estado en el cual sus moléculas son menos libres á otro en que lo son más; por lo contrario se desarrolla calórico cuando el cambio es en sentido inverso. Esta ley es de importancia capital. Si por ejemplo, se mezcla un kilogramo de hielo á 0° con otro de agua á 79° la mezcla resulta á 0° cuando todo el hielo se ha fundido; luego este cuerpo para licuarse ha absorbido todo el calórico que contenía el agua, esto es 19 calorías; como este calórico no ha producido ningún efecto sensible en el termómetro se lo llama *latente*. Asimismo cuando un cuerpo pasa del estado líquido al de gas cierta cantidad de calórico se hace latente. Recíprocamente haciendo volver el vapor al estado líquido se dejarán en libertad las calorías absorbidas en el fenómeno inverso.

Estas son las leyes más principales y generales del calórico. En lugar oportuno veremos la aplicación que ellas tienen al calórico orgánico, que no reconoce ni

puede tener por fundamento otra física, ni otras leyes que las universales y comunes.

II

Continuaremos haciendo presente algunas propiedades y fenómenos inherentes al calórico. En el primer tercio del siglo pasado todavía se consideraba al calórico como una sustancia material *sui generis*, que sustrayéndose á la gravedad se interponía entre los poros de los cuerpos y aumentaba su volumen. Y como, según esta teoría se presentaban á la explicación varios hechos de los más importantes, tales como la invariabilidad de los calores específicos, el calor latente, se admitía sin escrúpulo que el calórico podía alojarse entre las partículas de los cuerpos, de manera de no ser sensible al termómetro, y que las diversas sustancias tenían capacidad calórica diferente (semejante al lumínico).

ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

Pero otros físicos como Newton, Runford, etc. estudiando la relación que existe entre el movimiento y el calórico, emprendieron en una nueva era de investigaciones y concluyeron que el calórico era *un movimiento* que tiene lugar en el interior de los cuerpos, en cuya virtud las distancias intermoleculares varían cuando estas moléculas entran en colisión bajo la influencia de los agentes mecánicos ó químicos. Quedando, en definitiva, establecida la *teoría mecánica* del calórico, la única aceptada hoy por todo el mundo científico y sobre la que no debemos detenernos.

Transformación del calórico en movimiento.—Es cosa por demás conocida que el movimiento se transforma en calórico ó mejor dicho, que el movimiento engendra calórico. Siendo esto una verdad es natural y racional que entre las potencias mecánicas ordinarias y las cantidades de calórico desarrollado debe existir una relación íntima

é invariable, relación que es conocida con el nombre de *equivalente mecánico* del calórico, ó á la inversa, *equivalente térmico* de la potencia mecánica. (1)

Tal es la idea general que se presenta para el estudio de estas dos relaciones. Y como la fuerza no puede crearse ni aniquilarse, la fuerza viva deberá encontrarse igual en los dos términos extremos, entre los cuales tenga lugar la transformación del movimiento. En otros términos, el equivalente mecánico del calórico será constante para todos los cuerpos. (2)

Esto no quiere decir que los fenómenos físicos producidos serán siempre los mismos en todos los cuerpos; al contrario serán diferentes según los trabajos que deban tener lugar en el interior de estos cuerpos según las resistencias que deban ser superadas. Así las dilataciones y las elevaciones de temperatura mismas no son iguales en todos los cuerpos para una misma fuerza viva comunicada; ellas difieren según los lazos moleculares que la fuerza tenga que vencer. Y bien puede suceder que todo el trabajo exterior sea empleado en vencer esos lazos interiores. Así se explica como, para obtener la misma elevación de temperatura en los diversos cuerpos son necesarias diferentes cantidades de calórico, es decir, porque las capacidades caloríficas no son iguales (Ley II).

Si á Mayer le cupó la gloria de haber concebido la idea del equivalente mecánico del calórico, Joule es el primero que se ha consagrado á determinar rigurosamente á cuántos kilográmetros de trabajo corresponde una caloría, mejor dicho á cuánto de fuerza mensurable por la altura á que se debe elevar cierto número de kilogramos corresponde la fuerza que, engendrada por las acciones mecánicas puede elevar en el mismo tiempo, de 0° á 1° ctg. un kilogramo de agua. Joule determinó

(1) El ilustre médico Mayer fué el primero que comprendió esta relación y usó la frase *equivalente mecánico* del calórico.

(2) El P. Secchi (*L' Unité des forces Phisiques*).

experimentalmente esta relación por medio de una máquina en la cual una rueda sumergida en una masa de agua es puesta en movimiento por la caída de un peso. Al contrario de la opinión admitida observó que los líquidos se calentaban por el frotamiento, y á pesar de la débil cantidad de calórico desarrollado gracias á la sensibilidad de sus instrumentos demostró que para producir una caloría era necesario gastar 428 kilográmetros de fuerza.

Esta fuerza es enorme, equivale á seis caballos de vapor. Una máquina que tuviera en caballos de vapor dicha fuerza, empleando toda su acción en calentar un kilogramo de agua elevaría la temperatura de esta masa á un solo grado por cada segundo de tiempo, y, de una manera general la fuerza que elevaría 428 kilogramos de agua á un metro de altura, en un tiempo cualquiera, si fuera empleada en elevar la temperatura de la misma masa de agua, no produjera sino una variación termométrica de un grado ctg. en el mismo espacio de tiempo.

Conversión del calórico en movimiento.—La transformación del movimiento en calórico ó de una manera más general, la producción del calórico por el movimiento cuando este cesa de manifestarse bajo su forma ordinaria, es una noción con la cual nos familiarizamos sin dificultad; pero no concebimos tan fácilmente el fenómeno inverso, esto es una absorción de calórico correlativo de toda producción de movimiento. Según la antigua teoría, siendo el calórico una sustancia no puede desaparecer, era pues de importancia establecer la verdad del hecho por medio de la experiencia. La solución de este problema ha presentado dificultades.

No es raro ver el calórico dando origen al movimiento. Todas las expansiones y dilataciones producidas por el fuego; son movimientos mecánicos que tienen por causa determinante el calórico. Las dilataciones del aire y de los cuerpos sólidos, la enorme fuerza de los explosivos y la gigantesca potencia de las máquinas de vapor son efectos del calórico. El calórico desaparece y

se convierte en fuerza mecánica. La dificultad del problema está en demostrar que en estos fenómenos una parte del calórico desaparece produciendo trabajo y dando movimiento á una masa.

Esta demostración se ha hecho 1º por medio de los razonamientos teóricos, y luego después la experiencia la llegado á confirmarla.

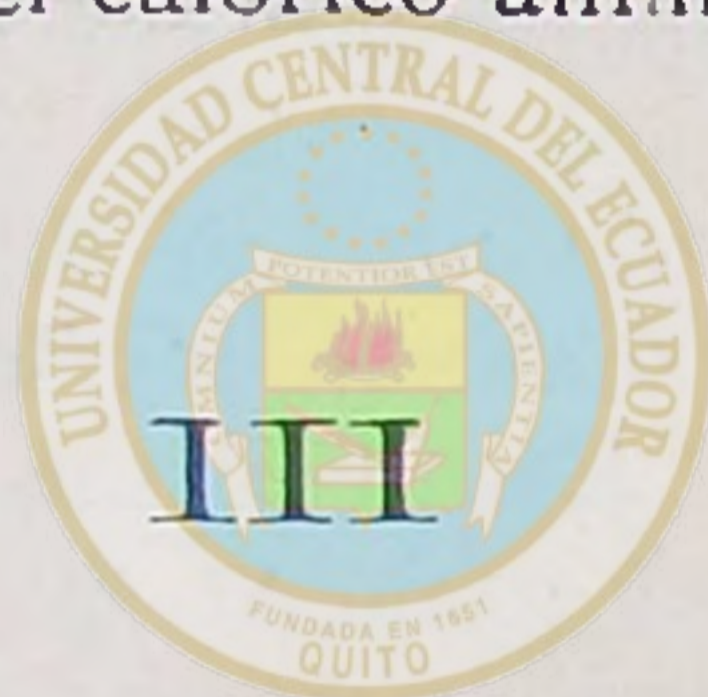
Seguin primeramente y después Hirn y Regnault, han demostrado que realmente hay una pérdida de calórico en el caso que nos ocupa. Hirn con una máquina de vapor de 150 caballos en la cual el trabajo se mantenía uniforme, ha encontrado una pérdida de 38 calorías, hecha abstracción de las diferencias observadas en las diversas experiencias. En otra serie de investigaciones, con un motor de 116 caballos ha encontrado la pérdida de 29 calorías. En fin, con una máquina de 90 caballos resultó una disminución de 20 á 21 calorías.

El hecho pues, de una pérdida de calórico producida por el trabajo ó efecto mecánico de una máquina es cosa irrecusable. Es difícil, en verdad de estas experiencias deducir el número que represente el equivalente mecánico; pero la causa está en la dificultad de avaluar la totalidad del trabajo mecánico verificado por la máquina. Pero se ha llegado á reconocer que es independiente de la cantidad de vapor en circulación y solamente varía con el trabajo producido. Una máquina utiliza, pues, solamente una pequeña parte del calórico comunicado; pero la parte perdida ó absorbida del calórico por el trabajo es demasiado grande para que se le pudiese imputar á simples pérdidas por irradiación.

“Los animales son verdaderas máquinas de fuego en consecuencia, bajo ciertas relaciones, están sujetos á las mismas leyes. Las experiencias hechas por Hirn, en sí mismo y en otros, prueban que en todo caso en que se produce trabajo dinámico la respiración se activa y se consume mayor cantidad de oxígeno, desprendiéndose en consecuencia, el calórico en mayor abundancia.

Sin embargo, midiendo la cantidad de calórico efectivo contenido en el cuerpo humano se le encuentra notablemente menor que el producido por la combustión más intensa. Hirn, en una experiencia ha demostrado una diferencia de 436 calorías, 330 en otra y calculando según los resultados de la primera el trabajo efectivo de la segunda encontró haber un acuerdo entre el cálculo y la observación. Recíprocamente, si un hombre desciende una escalera la cantidad de calórico contenida en su cuerpo aumenta, porque al trabajo orgánico se añade el de la pesantez." (1)

Esta comparación es muy aceptable, manifiesta la semejanza grande (en apariencia) entre los animales y las máquinas de fuego. El error está en no haber podido averiguar el verdadero manantial, la procedencia, el cómo se desarrollaba el calórico animal.



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

No extrañéis que me separe tanta distancia de la mayor parte de la doctrina, teorías é hipótesis que son el texto, como obligado, sustentado por casi todas las obras que tratan de esta materia y que todos vosotros las conocéis. Asimismo no os sorprenderéis de oír talvez nuevos razonamientos, pero que están ajustados á todas las verdades y principios fundamentales de la Física y Fisiología modernas, y por tanto, con derecho á ser atendidos y aceptados á discusión.

Calórico animal es el desarrollado y desprendido de los organismos vivos animales. Pero produciéndose también en el seno de la materia organizada vegetal, y no pudiéndose prescindir en biología, como en fisiolo-

(1) P. Secchi. "L' Unité des Forces Phisiques."

gía general, del estudio comparativo en ambos reinos, puesto que los elementos histológicos ó unidades biológicas son idénticos en uno y otro, he propuesto el nombre de *calórico orgánico*; comprendiendo así el producido y desprendido de la *materia organizada viva*. Por otra parte solo del estudio comparativo se puede deducir la unidad de las leyes y condiciones elementales que rigen manifestaciones vitales al parecer opuestas y contradictorias.

Por lo que precede no podemos, ni creemos que se pueda abordar este estudio sin apoyarnos y ampararnos de los principios fundamentales de la física moderna, principios que son la base de la fisiología.

Estos son:

1º La perpetuidad, la invariabilidad, lo imperecedero de la materia. Principio al que debe la química analítica su existencia y sus inapelables fallos.

2º La transformación, la correlación de las fuerzas: toda fuerza no puede proceder sino necesariamente de otra fuerza ya sea potencial ó viva, y toda fuerza viva es susceptible de cambiarse en otra, es decir de tomar *otro modo de movimiento*. Esto es lo que acredita la unidad de las fuerzas, principio consignado por la labor del inmortal P. Secchi y que sostiene la dinámica universal.

Recordaremos también otros principios tan fundamentales como esenciales de la Fisiología general, sin cuya inteligencia no se podrá comprender, menos explicar ni emprender en el estudio analítico, experimental del funcionamiento vital, principios en los que radica todo acto vital.

1º Ningún fenómeno vital es espontáneo.

Todo funcionamiento ó acto vital no puede concebirse, ni producirse sin el concurso de dos factores esenciales y suficientes: el *substratum* organizado (protoplasma) con su respectiva irritabilidad ó capacidad potencial de funcionamiento y el mundo exterior, fuente que suministra su original, primera energía á la materia organizada. Sin dicha concurrencia no es posible funciona-

miento alguno. Cada factor por separado no constituye, no origina ningún fenómeno vital.

2º Cada *substratum* reacciona de diversa manera bajo la influencia de un mismo estimulante.

A este principio agreguemos, como en auxilio aquel otro de la *energía específica* de cada *substratum*. Según este principio, un mismo *substratum* material reacciona siempre de idéntica manera, bajo el estímulo de cualquier excitante, hecho que se deriva de la especial construcción material propia de cada *substratum*.

IV

Fuentes del Calórico.—Siendo el calórico una fuerza viva no puede concebirse procedente de otro origen, ni mediante otro mecanismo que el de la transformación de otra fuerza potencial ó viva en calórico. Esto es invariable, irrevocable. Indaguemos cual ó cuales son estos manantiales ó fuentes del calórico en los organismos vivos.

Al descubrimiento de Priestley en 1776, siguió Lavoisier en 1789 interpretando y quizá creyendo explicar el verdadero papel del oxígeno sobre la materia organizada viva. En efecto, Lavoisier comparando la combustión con la respiración, estableció que ésta como aquella consistía ó no significaba otra cosa que esta fórmula: consumo de oxígeno, producción de ácido carbónico y desprendimiento de calórico. De la somera observación de este triple fenómeno concluyó que el oxígeno oxidaba ó quemaba directamente los tejidos vivos, cual lo hace con otros cuerpos fuera del organismo; que el fenómeno de la respiración era idéntico al de la combustión.

Le asemejó el organismo á las máquinas de fuego. Comparó la respiración con un fogón cualquiera: la parte alta de las vías respiratorias representaba la chime-

nea exactamente, por donde fluía el oxígeno y se desprendía el ácido carbónico, producto de la combustión de los tejidos. Conclusión precoz exagerada. En los organismos no hay talvez un sólo fenómeno de combustión directa.

Estos hechos y conclusiones fueron robustecidos, entre otras, por la observación siguiente: Lavoisier había observado que un hombre en reposo consumía, desprendía una cantidad mucho menor de oxígeno y ácido carbónico respectivamente y poco calórico, naturalmente, que cuando se encontraba en pleno trabajo muscular. De aquí concluyó que el trabajo muscular avivaba las combustiones orgánicas y necesariamente acompañaba mayor desprendimiento de calórico.

Este error explicaba entonces, en Lavoisier ha sido y es todavía la doctrina consagrada en la mayor parte de las obras y lo único que muchos alcanzan á conocer.

De estos hechos de observación y sus respectivas interpretaciones se desprendió, de la manera más natural y lógica, la doctrina fisiológica de que el calórico animal derivaba ó procedía de las combustiones intraorgánicas; éstas quedaron establecidas, reconocidas, como única fuente del calórico. Y de aquí no hubo otra cosa sino dar un paso, también natural, indicado por esta fisiología y establecer ó plantear en patología la *teoría de las oxidaciones ó combustiones*, que nos explicara á satisfacción el proceso morboso *fiebre*.

Así quedó definitivamente establecida y explicada la teoría de las oxidaciones, tanto en fisiología como en patología.

V

Estudiémosla, analizémosla por lo menos en el terreno fisiológico, que es el suyo propio, exclusivo.

Si son dignos de memoria de la ciencia los trabajos del malogrado Lavoisier, relativos á precisar el uso del

oxígeno en la naturaleza, no fueron igualmente felices sus imperecederos estudios para determinar el papel del mismo en la respiración. La época lo requería, sin que por ello su genio haya dejado de hacer el mayor servicio á la fisiología.

Comprendiendo Lavoisier el lazo que vinculaba la respiración con la producción de calórico, asimiló ésta á una combustión: dijo que el fenómeno era idéntico, como hemos dicho, al que pasa en un foco de calórico cualquiera; conclusión basada en su luminoso principio confirmado por la experiencia y consagrado por la ciencia, de que en la naturaleza no hay dos físicas ni químicas diferentes, según que los fenómenos se manifiesten en la materia bruta ó en la organizada.

Se admitió pues en el seno de la materia viva una franca y verdadera oxidación: el exígeno se fijaba al carbón y al hidrógeno de los tejidos, dando por resultado ácido carbónico y agua: había combustión directa única fuente del calórico orgánico.

Esta teoría fue reforzada y talvez ratificada por el hecho experimental de que el calórico, desprendido en un tiempo dado, resultó igual al de la combustión del carbono correspondiente al ácido carbónico exhalado en el mismo tiempo. Esto le indujo á Liebig á dividir las sustancias alimenticias en ternarias ó respiratorias ó de combustión, y albuminódeas ó plásticas, no reconociendo otra fuente alguna de calórico ni otro mecanismo capaz de producirlo.

VI

En la combustión del carbono el volumen del ácido carbónico desprendido es igual al del oxígeno consumido; en la respiración no sucede igual cosa: el oxígeno inhalado excede al contenido en el ácido carbónico exhalado. Hay un déficit de oxígeno. Los partidarios de la combustión responden que el oxígeno perdido ha sido invertido en la formación de agua. Contestación inadmisibile, gratuita.

1º En ningún órgano se encuentran hidrógeno y oxígeno gaseosos, en estado naciente: ni por el vacío ni mediante la concurrencia presencial de otros gases se ha podido obtener la más mínima burbuja de oxígeno ó hidrógeno. No sucede lo propio con el ácido carbónico, gas que, como vamos á verlo se desprende de todo tejido vivo, con exclusión de cualquier otro.

2º La oxidación del hidrógeno para formar agua es la combinación química que mayor calórico desprende; es tan intenso que puede fundir aun los metales refractarios á la fusión; por tanto carbonizaría los tejidos.

3º El agua que posee y de la cual dispone el organismo procede, en su totalidad, de las bebidas y alimentos ingeridos.

La incesante entrada de oxígeno no es seguida de una constante formación de agua, según la teoría; y lo contrario es lo que se palpa en cualquier órgano ó tejido. Cuando se estimula la secreción salival de la glándula submaxilar se observa considerable elevación de temperatura, fenómeno que pudiera sin obstáculo imputarse á una mayor actividad de combustión; pero desaparece esta suposición desde que nos convencemos, por el análisis, de que la sangre venosa que sale de la glándula en funcionamiento, contiene menos agua que la sangre que entra en la glándula; el déficit de agua íntegra se encuentra en la saliva formada. No ha tenido lugar combustión de ningún género; pero se ha desprendido mayor calórico, y lo diremos ya, la sangre que sale de la glándula, después de una hipotética combustión, sale casi ó tan rutilante como la sangre arterial que ha entrado: no contiene el ácido carbónico que debía contener según la teoría.

Estamos sosteniendo y lo vamos demostrando que no hay combustión, esto es, fijación directa del oxígeno al hidrógeno y al carbono dando por resultado la formación de agua y ácido carbónico. Hemos manifestado que no tiene lugar la formación de agua: que es una suposición hipotética. Ahora veamos qué puede decir la

ciencia moderna respecto del ácido carbónico, de este *aparecido* sin que se acierte á designar el cómo de su formación.

VII

Principiamos por declarar que no hay, ni se ha demostrado hasta hoy, combustión del carbono; esto es fijación directa del oxígeno al carbono. Los hechos y observaciones que han servido de punto de partida ó de apoyo para tal aseveración doctrinal, los conocemos ya, por tanto no los repetimos.

En el experimento anterior, durante el funcionamiento de la glándula submaxilar ya se observa que, á más de la ausencia de síntesis de agua, hay falta de producción de ácido carbónico: la sangre que sale no lo contiene, sin embargo del aumento de calorificación; fenómenos inconciliables con la combustión. Si pasamos á observar el músculo en actividad notaremos lo contrario. La sangre que de él sale está cargada de ácido carbónico, pobre en oxígeno; pero hay, como en la experiencia anterior, elevación de temperatura. Tenemos pues en el primer caso: sangre venosa cargada de oxígeno, con escaso ácido carbónico, elevación de temperatura: en el segundo caso, sangre venosa pobre en oxígeno, cargada de ácido carbónico elevación de temperatura: cómo cohonestar este resultado último é idéntico en ambos casos, elevación de temperatura, con procesos contrapuestos según lo atestigua el análisis de la sangre eferente?

Fijemos más nuestra observación en lo que pasa en el funcionamiento muscular. El músculo en reposo absorbe mayor cantidad de oxígeno que la contenida en el ácido carbónico exhalado en el mismo tiempo. El músculo en actividad, por lo contrario, toma menos oxígeno que en el estado de reposo.

Si á una rana la dejamos exhangüe y llenamos su sistema muscular con agua salada y la colocamos en el vacío, bajo una campana, continúa viviendo, y después

de algunos minutos notaremos que la campana contiene ácido carbónico.

Si colocamos un trozo de músculo fresco bajo la misma campana, y hacemos el vacío, extraeremos del músculo solo ácido carbónico. Continuando el músculo en estas condiciones, veremos que es invariable el desprendimiento de dicho gas.

Si en vez del vacío hacemos llegar á la campana hidrógeno, ó nitrógeno, gases indiferentes, observaremos siempre el mismo fenómeno: desprendimiento de ácido carbónico sin la concurrencia del oxígeno. Y en todas estas experiencias el desprendimiento de ácido carbónico, aumenta considerablemente cuando al músculo se lo somete á contracciones.

De este orden de experiencias se desprenden naturalmente, dos consecuencias ó hechos capitales á saber:

1.º La mayor elevación de temperatura de los órganos en funcionamiento, esto es: el calórico animal no es la consecuencia ó efecto obligado de la combustión del carbono, de la fijación directa del oxígeno á este cuerpo y al hidrógeno. Ahí está la experiencia de la glándula submaxilar en actividad, de la que emana sangre casi arterial y con alta temperatura. Además el músculo ya sea en el vacío ó en el ambiente de gases inherentes, desprende constantemente ácido carbónico sin que le aporte oxígeno, ni se consiga extraer de su trama fibrilar una sola burbuja de este gas; ni tampoco se descubre el menor vestigio de óxido de carbono, cuerpo que debía encontrarse como producto de combustión incompleta.

2.º El trabajo muscular aumenta la producción de ácido carbónico y eleva la temperatura, prueba irrecusable de que una fuerza de tensión ó potencial desaparece transformándose en las fuerzas vivas: trabajo mecánico y calórico. ¿Cuál es esta fuerza potencial? ó, lo que es lo mismo, no habiendo la combustión del tejido, ¿cuál es la fuente ó fuerza generadora del calórico animal?

(Continuará).